秈粳稻發芽種子呼吸作用之比較研究

繆進三　姚潤德　林禮輝　陳源泉

一、引　言
二、試驗裝置及方法
三、變溫對於發芽種子呼吸作用之影響
1. 材料及方法
2. 結果及討論
四、臺灣蓬萊稻與內地早秈稻發芽種子呼吸作用之研究
1. 試驗材料、方法及結果
2. 試驗結果之分析與討論
五、摘　要
六、參考文獻

一、引　　言

一般農林種子，在發芽之初，必需吸收足量水份，在適當溫濕度下，方能完成其發芽及生育之目的。水稻種子發芽之速度，除上述因子外，尙受類型不同之影響。古澤茂三郎、鈴田巖及野口彌吉諸氏，曾以逐日發芽數，幼芽及幼根之生長，吸水量及吸水速度等，以比較日本種及臺灣種水稻發芽之遲速。濱田秀男氏曾由水稻芽生器官之生長，以闡明品種間之差別。彼等進行外部形態或生理特異性之研究，目的均在探討發芽緩速之原因及品種間類緣之關係。下村正弘氏對水稻發芽種子呼吸作用之研究，僅探討種子在發芽過程中，呼吸量之變化，至於兩型品種間呼吸作用之比較，則尙鮮見。本研究之目的，乃在同一環境下，就發芽種子之呼吸作用，予以研究，以闡明秈粳兩型稻種發芽過程中，呼吸作用之差別。

二、試驗裝置及方法

本試驗之裝置乃應用 Boysen 及 Carrick 諸氏之呼吸作用測定器，並參照 CO_2 重量定量裝置之原理，而加以改良者。

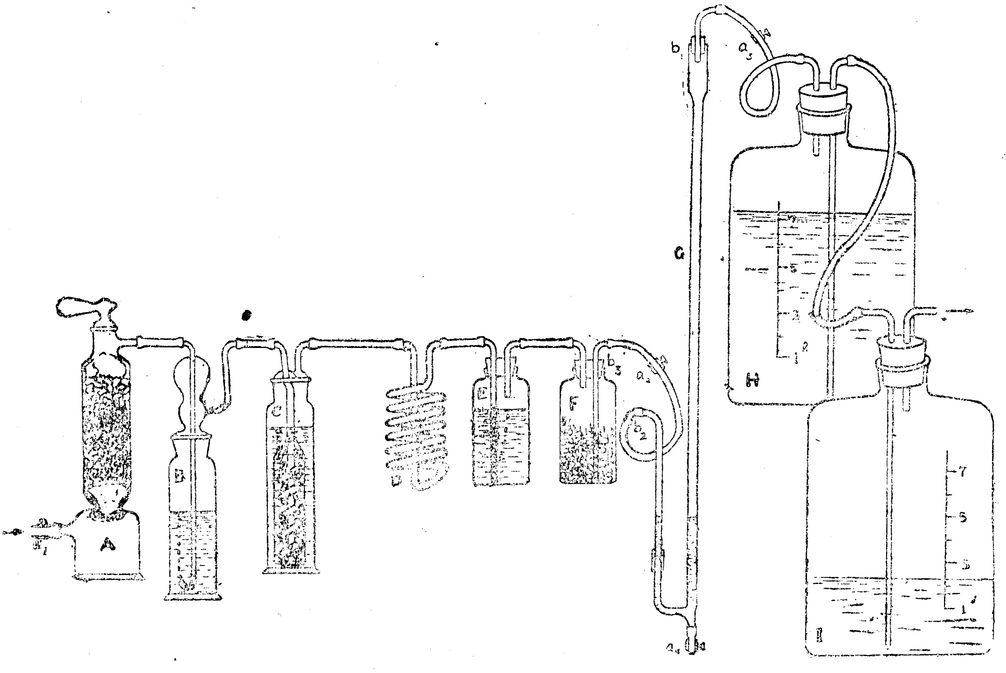
第一圖中，H 及 I 爲兩容量 10L之細口瓶，當滿貯清水之 H 瓶之水位，在 I 瓶上方 2—3 尺時，水即由相連接之橡皮管流入 I 瓶，而 H瓶上部之氣壓漸次低減，並具有吸力，爲試驗裝置中，控制空氣流通速度及數量之重要部分。A, B 及 C 爲三個空氣洗滌瓶，分別裝入鈉石灰（Soda-lime），過飽和及飽和氫氧化鋇溶液。D, E 及 F 三者，與各洗滌瓶順序串聯，並浸浴於同一溫浴器中，使空氣流經蛇形加溫管 D 及盛蒸餾水之 E 瓶後，成爲定溫而達飽和之氣流。溫浴器之溫度依處理溫度次第變換，各溫度之調節誤差均在±1°C.，範圍以內。F瓶爲暗色薄壁玻璃瓶，容積爲300c.c.,測定呼吸作用之發芽種子，即盛於此瓶中，F瓶除在試驗時期外，均保存於不透光線之定溫箱中。G 管爲 CO_2 吸收管，每次試驗時加入一定量之標準氫氧化鋇溶液，以吸收來自種子瓶之 CO_2, 本試驗發芽種子呼吸作

用之盛衰，即以氫氧化鋇溶液吸收 CO_2 數量之多寡而定。

使用第一圖裝置，測定呼吸作用時，先將一定量種子預置種子瓶中，並在 b_3 處接妥，關閉 a_1, a_2, a_3 及 a_4 各鋏，在 G 管內加入 10c.c. 之蒸餾水，然後依次連接 b_1 及 b_2 並將滿貯清水之 H 或 I 瓶放置於一定高度之固定位置，順次開放 a_2, a_1 及 a_3 三鋏，空氣即由 a_1 口經 A, B 及 C 三空氣洗滌瓶，及 D, E 兩部而入種子瓶 F 中，其不含 CO_2 之定溫濕潤之氣流乃將發芽種子所釋放之 CO_2 壓入 G 管，空氣在 G 管內形成恰等於管壁內徑大小之氣泡，依次接連上昇，歷20分鐘後，順次關閉 a_3 a_2 及 a_1 各鋏，並解開 b_1，開 a_4 鋏，將蒸餾水棄去。再解開 b_2 以 50--100c.c. 之蒸餾水分數次將 G 管充分洗淨，為正式測定之準備。復次關 a_4 鋏，用 10c.c. 吸管，正確加入 $N/_{10}$ 氫氧化鋇液10c.c.（浸種後40小時及64小時之測定，因 CO_2 釋放量過少，用 $N/_{20}$ 液，其後均用 $N/_{10}$ 液。）更換 H 及 I 瓶之位置，將各接口妥善銜接，開 a_2, a_1 及 a_3 各鋏，繼行通氣，由關閉各鋏至開始通氣為止，必須在 6—7 分鐘內以最熟練之手續進行。通氣時間平均為 8 分鐘，氣流速度每分鐘 450c.c., 由開閉各鋏以至通氣終止，全部歷時15分鐘，其後乃如前述步驟，加以清洗，並繼續進行下一次測定。惟G管內之氫氧化鋇液，須放入500cc. 三角瓶中，並與洗滌 G 管之最初40cc. 蒸餾水合併，立即以 $N/_{110}$ 之鹽酸溶液，加以滴定。

本試驗在進行期中，為減小試驗誤差，浸種溫度與時期極力使其一致；測定呼吸作用時，在第一圖 F 及 G 處，另設種子瓶及吸收管兩付，與 E 及 H 或 I 瓶直接銜連，與 F 及 G相平行，在吸收管與 H 瓶間附裝一三叉管，各裝一氣壓計，以調節三吸收管之氣流速度（每分鐘 150cc.）。經此改裝後，可在同一時期中作三品種之比較，然逐日及各次之試驗間，仍難完全一致。故逐日及各次之試驗結果，均用空白試驗加以校正後，再行換算。

第一圖　本試驗種子呼吸作用測定裝置簡圖



三、變溫對發芽種子呼吸作用之影響

1. 材料及方法 本試驗在來種水稻，採用短廣花螺及烏殼，蓬萊種水稻，採用臺中65號及臺農34號，試驗裝置及使用方法如上節，供試種子選用外表飽滿，殼色新穎且無病斑者，然後將種子浸水，並置于 34°C. 之保溫箱中，歷40小時，選擇已發芽之種子(未發芽者，於發芽後選擇剔除之)三組，每組 400 粒，盛於種子瓶中，逐日測定其呼吸作用，及至第五日爲止。試驗之前，種子用蒸餾水洗滌數次，乃如前述方法進行試驗，測定完畢後，復將種子瓶保存于保溫箱中，備作次日測定之用。

試驗用溫度自 25°C.開始，每隔 5°C. 作爲一溫度處理，至 45°C. 爲止；種子在上列溫度下，測定其每15分鐘內之 CO_2 釋放量，經四次之連續測定後，乃將溫度昇高 5 度，在溫度開始昇高及達於衡溫之15分鐘間，亦列爲變溫處理之一。故在每一溫度之試驗過程中，包括 5 個測定。

2. 結果及討論 依照上述試驗方法，供試材料於 5 月10日下午 5 時浸種，於12日上午 9 時開始試驗，試驗結果經改算後以500粒種子釋放之 CO_2mg./hr. 表示之，見第一表：

第一表 變溫對水稻發芽種子呼吸作用之影響（三重複平均單位mg./hr.）

溫度°C	25				25↓30	30				30↓35	35				35↓40	40				40↓45	45		
試驗次第 / CO_2釋放量 / 日次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
短廣花螺																							
一	—	—	—	—	—	7.6	7.3	7.2	7.6	7.9	10.6	9.0	10.7	9.9	10.3	12.5	11.7	9.6	10.1	10.6	10.4	10.0	9.5
二	7.6	7.5	7.3	8.1	8.6	10.3	10.1	10.7	—	13.1	13.4	14.4	13.4	13.2	14.7	13.8	13.9	—	13.2	13.7	12.8	12.4	12.4
三	10.3	10.9	10.4	9.8	12.7	14.1	14.2	13.1	—	17.5	18.1	18.1	17.1	16.5	19.8	21.2	21.4	18.8	20.4	20.5	21.6	19.2	20.5
四	—	—	12.0	12.5	12.5	17.8	18.5	17.8	17.2	17.4	19.9	18.5	17.3	18.8	25.2	25.7	25.8	26.5	—	—	24.4	—	24.1
五	—	—	14.4	13.6	—	—	19.5	18.7	19.4	—	22.5	21.3	—	—	23.9	26.5	26.6	25.7	—	—	—	25.6	25.0
烏殼																							
二	—	9.3	8.2	8.5	9.0	11.3	11.8	11.1	11.9	13.7	13.9	13.9	14.0	15.5	18.3	16.9	18.4	17.1	17.0	18.9	17.8	18.6	—
四	10.4	14.1	14.1	14.0	14.7	18.0	20.9	21.1	21.1	22.2	26.6	25.6	27.8	26.1	28.5	29.0	29.0	28.4	27.6	28.0	28.2	27.1	27.5
臺中65號																							
二	—	—	—	8.3	8.4	10.2	11.2	—	—	11.2	13.9	14.0	13.1	—	15.2	16.0	15.2	—	—	15.0	15.8	16.5	—
三	—	—	9.0	8.2	10.2	13.2	13.6	14.2	14.4	16.2	18.2	19.8	18.8	19.2	22.6	22.8	23.6	22.0	21.8	22.2	23.7	24.4	21.8
四	—	13.5	12.4	12.4	13.0	17.4	17.5	16.5	17.7	20.6	21.1	23.1	23.3	21.4	23.9	24.9	26.5	25.8	24.1	26.6	26.4	26.2	25.8
五	12.9	12.2	12.7	12.8	16.2	18.6	19.2	20.0	19.8	21.4	26.1	26.2	25.5	25.3	26.7	28.3	28.3	30.0	28.8	30.0	30.6	30.0	—
臺農38號																							
二	—	7.2	6.7	7.2	6.4	7.7	8.4	8.1	8.3	9.4	—	10.2	11.2	10.7	—	10.8	11.4	11.1	—	11.7	11.8	11.6	—
三	—	10.5	9.8	9.7	10.6	11.9	11.9	12.8	11.9	12.3	16.3	17.0	15.8	15.8	18.4	19.8	19.5	—	19.9	19.1	17.8	19.2	—
四	—	—	—	—	—	12.1	14.2	15.5	14.7	17.7	20.2	19.2	20.1	21.7	21.9	25.1	24.5	25.3	25.0	26.5	27.0	25.7	26.5
五	—	—	—	—	—	20.9	20.0	20.8	—	—	26.4	26.5	26.9	—	29.1	30.0	29.3	29.5	—	—	—	—	—

在各處理溫度下，四品種之試驗結果，均顯示溫度昇高時，呼吸作用亦隨之漸趨旺盛。當溫浴器所保持之溫度，自 25°C. 至 40°C. 間，在初增高之15分鐘內，發芽種子之呼吸作用略見增高，30分鐘後乃趨於穩定。逐日間之結果大致相同。此因溫浴器水溫雖已昇高至一定溫度，而瓶內種子所感受及保持之溫度猶未均一。故若利用第二節所述裝置於試驗溫度必需變換時，須將種子瓶先停置溫浴器內約30分鐘，使種子呼吸作用達於穩定後再進行測定工作。自40°C.昇至 45°C.時，呼吸作用於稍增後即漸次低減。此現象或因溫度過高，不適於種子之生長，及種子含水量過度減少，致對呼吸作用發生若干抑制作用。又在本試驗舉行期內，室內平均氣溫多在 25°C. 以上，控制水溫使低於氣溫之工作較爲困難，故在下節試驗中，將 25°C. 及45°C. 兩處理刪去。

四、臺灣蓬萊稻與內地早秈稻發芽種子之呼吸作用研究

1. 試驗材料及方法　本試驗採取本所36年度『秈粳稻理化學性質之比較研究』中之材料，計有26種，其中臺灣蓬萊稻（日本型）12種，內地早秈稻（印度型）11種，及臺灣在來稻（印度型）3種。後者則與內地早秈稻合併，視作印度型以與臺灣蓬萊稻相比較。其名稱如下：—

臺灣蓬萊稻		內地早秈稻	
1. 臺中152號	7. 臺農45號	13. 三元一刀齊	20. 永安冷水白
2. 臺中154號	8. 旭	14. 三白早	21. 四川百日早
3. 臺北7號	9. 高雄10號	15. 大葉早	22. 連城大管白
4. 臺北31號	10. 高雄12號	16. 臺灣下脚柳州	23. 貴州鬚鬚粘
5. 臺農38號	11. 嘉南2號	17. 臺灣烏殼	24. 湖南小南粘
6. 臺農42號	12. 嘉南3號	18. 臺灣短廣花螺	25. 湖南抗戰秈
		19. 永安分龍早	26. 湖南勝利秈

試驗裝置及種子選擇，浸種等均與前節豫備試驗相同。種子經浸種40小時後，內地早秈稻大部均已發芽，平均芽長 2.68mm.。而臺灣蓬萊稻除旭及臺農42號之幼芽已明顯露出外，各品種僅於胚端部分隱露白色。故在第一次測定時，早秈稻供試材料係經過嚴格選擇者。而蓬萊稻種子則因大部尚未發芽，未能如願。但在第二次測定時，則兩者均選用發芽完全之種子。

本試驗各品種選用發芽種子 200 粒，經蒸餾水沖洗，傾除多餘水分後，將種子瓶浸於定溫之溫浴器中。歷15分鐘，裝配於預定之種子瓶塞上，並通氣15分鐘，其後乃如第二節方法開始試驗。

全試驗除逐日測定各品種 CO_2 釋放量（單位 mg./hr. 500粒發芽種子）外，並調查逐日幼芽長度（單位m m.）以探討溫度對兩型發芽稻種呼吸作用之影響；及幼芽長度與呼吸作用之關係。

茲將試驗結果列於第二、三兩表。

第二表 水稻發芽種子之呼吸作用記錄（單位mg./hr.）

處理溫度°C. / 浸種開始後時數 / CO_2釋放量 / 品種	30				35				40			
	40	64	88	112	40	64	88	112	40	64	88	112
臺灣蓬萊稻												
臺中152號	3.43	3.87	15.20	—	4.30	6.91	20.18	—	4.80	8.74	21.55	—
臺中154號	3.80	3.56	12.39	9.47	4.26	7.60	16.31	14.04	4.97	9.48	13.55	15.03
臺北7號	3.45	7.43	9.78	14.31	4.87	9.58	13.44	17.19	5.72	9.89	16.01	18.67
臺北31號	2.91	3.98	12.85	9.07	3.34	6.13	16.48	14.24	3.53	8.61	16.85	15.57
臺農38號	3.92	5.12	14.38	15.15	4.77	9.15	19.84	17.97	5.10	11.89	20.69	18.16
臺農42號	5.29	9.83	11.09	12.90	7.35	12.39	15.85	16.07	8.52	13.35	17.05	17.56
臺農45號	3.74	8.12	10.14	11.36	5.54	9.81	13.79	14.57	5.78	11.92	15.18	15.66
旭	4.49	9.19	11.87	14.32	6.61	11.75	16.18	17.06	7.80	13.72	17.36	17.97
高雄10號	3.68	7.81	8.30	11.67	5.97	10.10	12.19	16.07	6.16	12.17	14.95	18.16
高雄12號	4.26	8.76	11.40	12.04	6.17	11.03	14.97	15.66	6.61	11.31	15.47	17.07
嘉南2號	3.62	5.10	16.03	16.19	4.65	8.03	19.97	20.34	5.29	10.85	20.94	21.14
嘉南8號	3.29	4.62	14.69	14.02	4.54	7.47	13.66	18.37	5.53	10.02	20.09	21.17
平均	3.82	6.45	12.35	12.77	5.20	9.17	16.49	16.51	5.32	11.00	17.39	17.83
內地早秈稻												
三元一刀齊	6.61	11.84	15.11	16.94	3.68	14.57	22.26	18.31	9.37	17.35	22.96	20.79
三白早	6.40	14.28	12.69	16.62	8.77	17.85	18.55	23.61	9.50	19.25	24.66	24.05
大葉早	7.48	8.52	13.50	12.84	8.79	13.15	18.64	17.59	20.10	16.32	19.32	20.05
臺灣下脚柳州	4.95	13.27	14.32	17.57	7.76	16.03	18.79	20.79	9.10	16.14	19.69	21.23
臺灣烏殼	4.38	8.68	8.75	14.99	6.49	11.20	13.64	16.83	7.58	13.62	15.44	17.81
臺灣短廣花螺	6.31	11.89	14.26	13.66	8.84	14.98	17.29	15.92	9.38	16.59	17.44	18.52
永安分龍早	6.33	8.67	13.76	12.20	9.07	13.92	15.31	15.83	10.52	17.22	13.03	17.78
永安冷水白	5.65	7.73	12.44	14.56	8.12	12.92	16.83	18.76	9.54	14.70	18.05	20.71
四川白日早	6.32	15.24	17.94	19.71	8.74	19.74	23.65	22.73	9.31	20.66	25.14	23.99
連城大管白	8.19	12.18	17.65	14.17	9.99	16.55	19.71	19.29	11.04	20.29	20.29	21.79
貴州𥟤𥟤粘	7.17	9.53	14.99	16.21	10.39	13.21	21.21	19.56	11.76	16.69	23.21	21.59
湖南小南粘	8.35	11.48	11.68	14.32	10.88	17.95	17.06	19.52	12.87	19.37	19.00	25.00
湖南抗戰秈	7.52	11.60	14.04	19.44	11.01	15.32	17.74	20.79	12.60	17.97	21.99	22.55
湖南勝利秈	6.08	7.48	11.17	11.63	7.89	12.55	16.32	16.77	9.18	14.13	18.18	20.43
平均	6.56	10.38	13.74	15.35	8.96	15.00	18.43	19.02	10.13	17.24	20.25	21.16

第三表　水稻發芽種子之幼芽長度記錄（單位：mm.）

臺灣蓬萊稻					內地早秈稻				
名稱	浸種開始後時數				名稱	浸種開始後時數			
	40	64	88	112		40	64	88	112
臺中 152號	痕跡	4.0	10.8	—	三元一刀齊	3.4	12.4	20.7	30.7
臺中 154號	〃	6.1	14.9	21.0	三白早	2.4	13.5	19.5	35.5
臺北 7號	〃	8.5	17.3	25.4	大葉早	—	12.9	20.0	21.9
臺北 31號	〃	4.7	14.6	17.7	臺灣下脚柳州	2.7	12.5	18.9	31.0
臺農 38號	〃	5.7	10.9	15.9	臺灣烏殼	2.2	8.9	16.7	20.5
臺農 42號	3.0	11.5	22.0	23.8	臺灣短廣花螺	1.6	12.0	18.2	20.6
臺農 45號	痕跡	7.2	13.5	16.6	永安分龍早	—	14.7	21.0	24.1
旭	3.5	11.3	19.8	21.2	永安冷水白	—	12.8	18.6	24.8
高雄 10號	痕跡	9.8	20.6	26.9	四川百日早	2.6	16.4	22.5	24.8
高雄 12號	〃	8.8	14.6	20.5	連城大管白	—	13.6	20.9	27.8
嘉南 2號	〃	6.0	12.0	15.5	貴州鬚鬚粘	3.4	14.7	22.0	25.6
嘉南 8號	〃	5.7	12.9	13.2	湖南小南粘	—	14.0	17.0	23.3
					湖南抗戰秈	3.0	13.1	21.2	32.3
					湖南勝利秈	—	14.1	22.6	24.8
平均	* 0.9	7.44	15.32	19.79	平均	2.68	13.26	19.98	26.98

* 痕跡部分係長度在0.5mm. 以下者，計算平均數時則以0.5mm. 數字列入計算之。

2. 試驗結果之分析與討論　將以上水稻發芽種子呼吸作用之記錄，以變量分析法整理成第四表，可知品種、處理、溫度、測定時期及品種與測定時期連應等因子，影響水稻發芽種子之呼吸作用甚大。各品種間對溫度之反應相同，無顯著之差異，玆分述如下：

第四表　水稻發芽種子呼吸作用之變量分析表

變異原因	自由度	平方和	變量	F 值
品種	25	2425.92	97.04	47.06**
溫度	2	2068.88	1034.44	501.67**
時期	3	8413.02	2804.34	1360.01**
品種 × 溫度	50	95.87	1.92	
品種 × 時期	75	994.81	13.26	6.43**
機誤	153	315.49	2.06	
總和	308	14313.99		

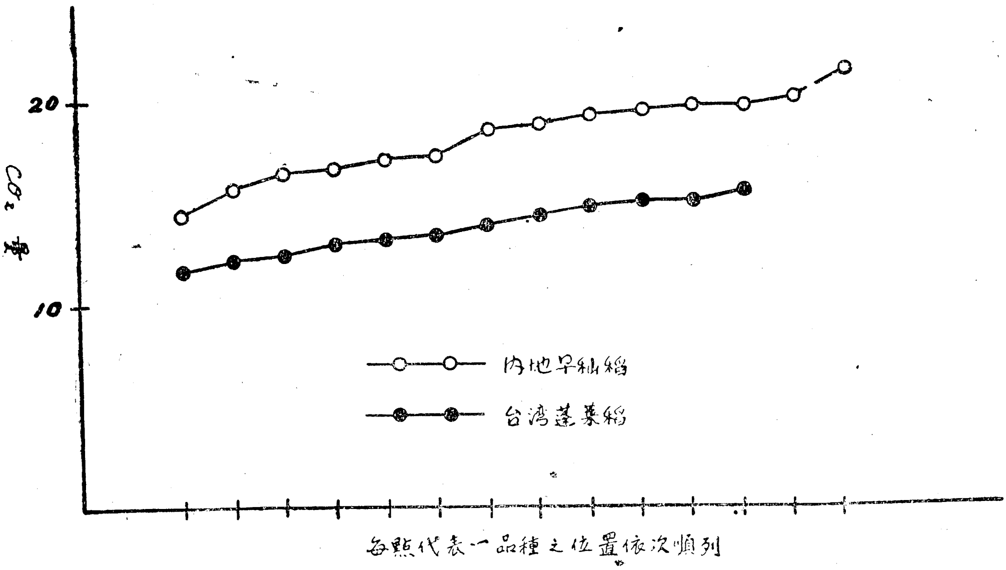
** 極顯著

1） 種型間之比較　由下列第二圖之比較，可知內地早秈稻，500粒發芽種子放出 CO_2 量，其變異範圍在22.21至14.52mg./hr.之間。而臺灣蓬萊稻則在15.86至11.84mg./hr. 之間。蓬萊稻之 CO_2 釋

放量雖顯較早秈稻爲低，然在本分析中仍未能充分確定兩型稻之差異程度，故再進一步將第二表之平均數作一變量分析表（第五表）。探討如下：

第二圖　兩型稻各品種發芽種子在不同溫度及測定時期下平均 CO_2 釋放量之比較

（單位mg./hr.）



第五表　兩型稻發芽種子呼吸作用之變量分析

變異原因	自由度	平方和	變量	F 值
種型	1	70.79	70.79	118.74**
溫度	2	100.43	50.21	84.22**
時期	3	422.16	140.72	236.01**
種型 × 溫度	2	1.51	0.75	1.24
種型 × 時間	3	10.17	3.39	5.68*
機誤	12	7.15	0.59	
總和	23	612.24		

* 顯著　　** 極顯著

第六表　水稻種型間呼吸作用放出 CO_2 量之比較（單位 CO_2 mg./hr.）

類別	臺灣蓬萊稻	內地早秈稻	差數	標準值 (P=1%)
最高	15.86	22.21	6.35	1.52
最低	11.34	14.52	2.68	
平均	11.27	14.71	3.44	0.96

第五表種型間之F值爲118.74，大於 Snedecor 表：$n_1=1$；$n_2=12$，之1% F值9.33。故確知在本試驗之各溫度處理下，早秈稻發芽種子之呼吸作用，確較蓬萊稻爲高。由第六表之比較，可知早秈稻在最初開始發芽之一日間，500粒發芽種子每小時 CO_2 之平均釋放量較蓬萊稻多 3.44mg.。若就內地早秈稻與臺灣蓬萊分別比較其最高與最低 CO_2 釋放量，則前者差數爲 6.35mg./hr.，後者差數爲 2.68mg./hr.。差異均極顯著。

2） 溫度間之比較　溫度原爲影響植物呼吸作用之一重要因子，由 Warren 氏對小麥發芽種子之研究，更可明瞭其重要性。由第七表可知水稻發芽種子在比較適宜之溫度環境下，其各溫度處理間呼吸作用之差異極爲顯著。40°C. 時之呼吸作用最盛，35°C. 次之，30°C. 最低。若就 30°C.與35°C.及 35°C. 與 40°C. 之呼吸作用比較，則以前者之差異較大。且溫度 35°C. 對于發芽種子呼吸作用之影響，較 30°C. 爲有利。40°C. 雖較 35°C. 之呼吸作用旺盛，但已接近臨界溫度，故增進較少。及溫度達於45°C. 時，呼吸作用卽減緩。此一現象與上節預備試驗可以參照。

第七表　水稻發芽種子呼吸作用，各溫度處理間之比較

處理溫度	平均CO_2釋放量mg./hr.	差異	
		40°	35°
40°C.	19.11		
35°C.	17.12	1.99**	
30°C.	12.90	6.21**	4.22**

** 極顯著　標準值(P=1%)=0.52

3） 時期間之比較　發芽種子，在適宜溫濕度環境下，幼根及幼芽之生長，顯較一般情形爲速。其逐日呼吸作用之增加，與幼芽之伸長趨勢，極相配合。由第八表之比較，可知浸種開始後 112 小時之測定結果最高，測定時期距浸種開始時期愈短者其呼吸作用亦愈小。呼吸作用在各時期間之差異甚爲顯著。

第八表　水稻發芽種子呼吸作用在各測定時期間之比較

浸種開始後時數	平均CO_2釋放量mg./hr.	差數		
		112時	88時	64時
112	21.57			
88	20.74	0.83*		
64	14.97	6.78**	5.95**	
40	8.61	12.96**	12.13**	6.18**

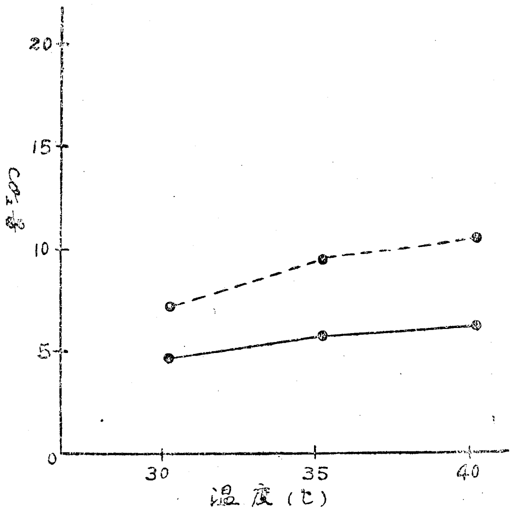
* 顯著　標準值(P=5%)=0.65　　** 極顯著　標準值(P=1%)=0.86

4） 種型與溫度連因之比較　由第四表及第五表之分析，可知兩型稻發芽種子之呼吸作用，對溫度之反應差異不顯著。亦卽在較低溫度之下，呼吸作用較弱，溫度增高時，兩者均有隨之漸次增加之趨勢。由第三、四、五、六諸圖之比較，除蓬萊稻之趨勢線顯居早秈稻之上外，其趨向則幾乎完全相同。

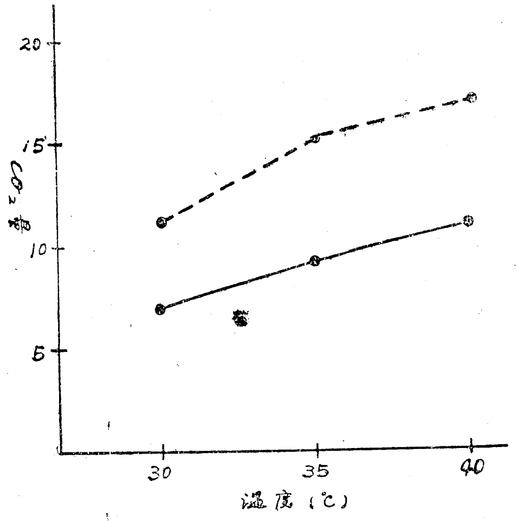
在同一測定時期下，溫度對兩型稻發芽種子呼吸作用之影響比較（單位：CO_2mg./hr.）

凡例：•———• 臺灣蓬萊稻 •— — —• 內地早秈稻

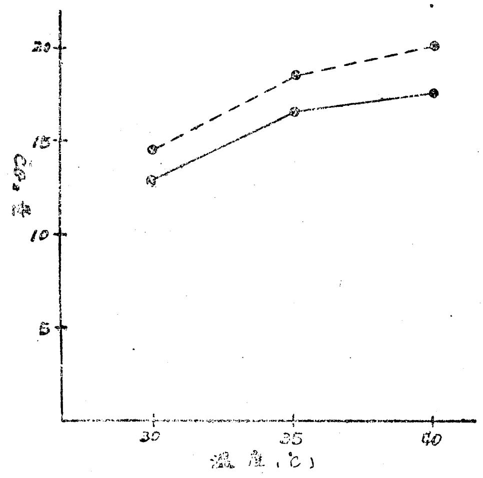
第三圖　浸種開始後40小時



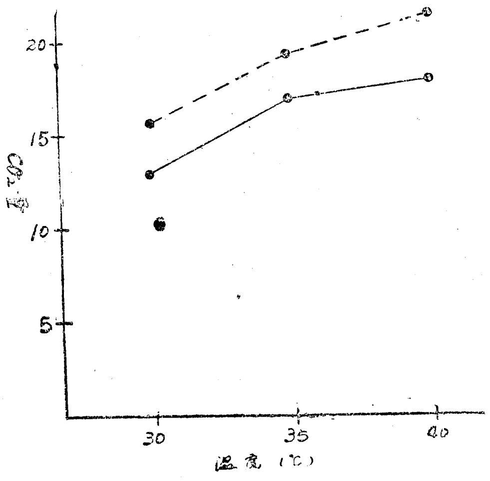
第四圖　浸種開始後64小時



第五圖　浸種開始後88小時



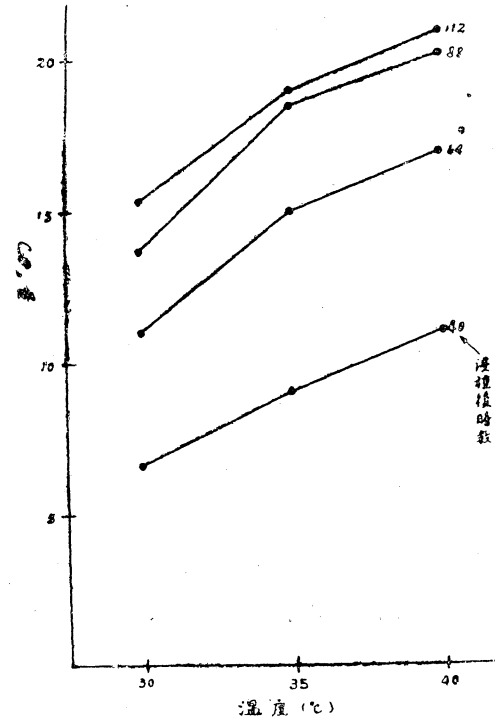
第六圖　浸種開始後112小時



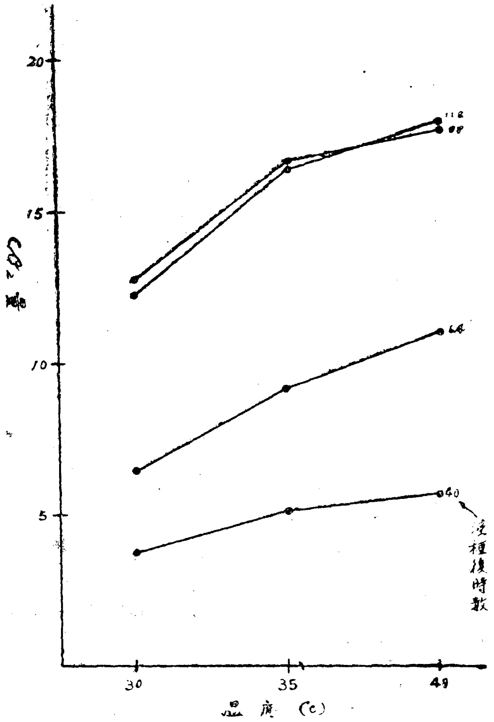
5）種型與時期連因之比較　由第七及第八兩圖之比較，可知蓬萊稻自浸種後88小時至112小時間之呼吸作用，差異極小，64小時與88小時間之差異最大。而早秈稻自浸種40小時後其呼吸作用逐日增加，增加之數量則依次減小。此一結果或可顯示蓬萊稻發芽種子幼芽之伸長以64小時至88小時間最多，早秈稻以40小時至64小時間最多。回觀第三表幼芽長度之記錄，蓬萊稻在浸種後40、64、88及112小時之芽長各爲0.9，7.44，15.32及19.79mm.，逐日間之差數以64小時至88小時間之差最大，相差7.88mm.。而早秈稻逐日之芽長記錄各爲2.68，13.26，19.98及26.98mm.，以40小時至64小時間之差數最大，爲10.58mm.。由此早秈稻發芽種子之呼吸作用最盛時期較蓬萊稻之最盛時期約早一日。由幼芽伸長之遲速亦可以證明。溫度對逐日呼吸作用之影響，可由第二表在同一溫度下比較種型間逐日呼

吸作用之差異性（見第九表），得一概念。而水稻發芽種子在開始浸種後40小時至64小時間，其呼吸作用隨溫度（30°C.～40°C.間）之昇高而增盛。在64小時至88小時間，溫度由30°C.增高至35°C.時，呼吸作用漸次增盛，由35°C.昇至40°C.時反而減少，由88小時至112小時間，溫度愈高，呼吸作用亦愈減緩。水稻種型間之趨勢大致相同。

第七圖　臺灣蓬萊稻逐日呼吸作用之比較
（單位mg./hr.）



第八圖　內地早秈稻逐日呼吸作用之比較
（單位mg./hr.）



第九表　在同一溫度下兩型稻逐日呼吸作用之比較（單位CO_2 mg./hr.）

種型	臺灣蓬萊稻			內地早秈稻		
CO_2釋放量之差數 ＼ 溫度°C. ／ 浸種開始後時數	30	35	40	30	35	40
40 → 64	2.63 <	3.97 <	5.13	4.32 <	6.04 <	7.11
64 → 88	5.90 <	7.32 >	6.89	2.36 <	3.43 >	3.01
88 → 112	0.42 >	0.02 >	-0.06	1.61 >	0.59 <	0.91

>，<大於或小於

6）幼芽長度與呼吸作用之比較　由上段幼芽長度與呼吸作用之比較，兩者之關連性已不難推知，爲明瞭計，再由第二及第三兩表之結果作一相關表（第十表）比較如下：

第十表 在各處理溫度下兩型稻發芽種子幼芽長度與呼吸作用之相關

種型與溫度°C		自由度	相關係數	顯著與否
蓬萊稻	30	47	0.78	極顯著
	35		0.82	〃
	40		0.86	〃
早秈稻	30	48	0.87	極顯著
	35		0.85	〃
	40		0.86	〃

上表顯示，不論在任何溫度下，幼芽長度與發芽種子呼吸作用之相關，均極顯著。一般言之，蓬萊稻幼芽長度與呼吸作用之相關係數爲0.76，在來稻爲0.75。

五、摘　　要

本研究共分兩部，前部爲豫備試驗，在探討以本試驗裝置，測定發芽稻種CO_2釋放量之過程中，當溫度變換時，需經若干時間後，種子呼吸作用才能趨於穩定，以增加本試驗結果之正確性。第二部分在探討臺灣蓬萊稻與內地早秈稻，在三種溫度處理下之逐日呼吸作用，以闡明兩型稻發芽種子之生理特異性；比較試驗部分，用蓬萊稻品種12種，早秈稻品種14種。（包括臺灣在來稻品種3種）

玆將試驗結果簡述如下：

1. 當水稻發芽種子在25°C.至40°C.間，自一定溫度昇高至另一種溫度之最初半小時內，其呼吸作用常不穩定。故在變溫狀態下，必須作一約30分鐘間歇，待呼吸作用趨於一定時再進行試驗，本結果不適用於45°C.及45°C.以上諸溫度。

2. 在本試驗環境下，早秈稻500粒種子呼吸作用放出之CO_2量較蓬萊稻高 3.44mg./hr.差異極顯著，蓬萊稻之變異範圍，在15.86～11.84mg./hr.間。早秈稻在 22.21～14.52mg./hr.間。故一般言之，早秈稻發芽直後之生長作用，較蓬萊稻爲速。

3. 溫度對水稻發芽種子之呼吸作用，雖有極顯著之影響，然在種型間之反應幾完全相同，差異並不顯著。處理溫度自30°C.昇至40°C.時，逐日CO_2釋放量亦自12.90mg./hr增至19.11mg./hr.。

4. 蓬萊稻自浸種後40小時至64小時間之呼吸作用，較64小時至88小時間之呼吸作用爲低，自88小時至112小時間之差異較小。早秈稻則自浸種40小時後，其呼吸作用逐日增盛，增加之數值則逐日減小，換言之早秈稻發芽種子之呼吸作用，最盛時期在開始浸種後40小時至64小時間，而蓬萊稻則較遲一日。

5. 水稻發芽種子在開始浸種後40小時至64小時間，其呼吸作用多隨溫度（30°C.～40°C.間）之昇高而增盛，在64小時至88小時間，溫度由 30°C. 昇高至 35°C. 時，呼吸作用略盛，溫度繼續昇高至40°C. 時，則反而減弱，由88小時至112小時間，溫度愈高，呼吸作用亦愈低弱，兩種型間之趨勢大致相同。

6. 早秈稻幼芽伸長最多之時期，較蓬萊稻約早一日，與呼吸作用之最盛時期，正相符合，在各處理溫度下，兩型稻幼芽長度與呼吸作用之相關係數，均極顯著，在0.78～0.87之間(自由度47～48)。

7. 水稻發芽種子之幼芽長度，與呼吸作用盛衰之相關係數爲0.76（蓬萊稻）及0.75（在來稻），均達於極顯著程度。故由幼植物子芽之伸長情形，可以表示呼吸作用之强弱。

六、參 考 文 獻

Boysen Jensen, P. : über neue Apparatus zur Messung der Kohlensäureassimilation, der Respiration, der öffnungsweite der Spaltöffnumgen und der Beleuchtungsstarke. Planta 6· 456—472. 1928.

Carriek, D. B. : The effect of freeging on the respiration of of the apple. Cornell. Univ. Agr. Exp. Sta. Memoir. 110. 1—28. 1928.

Erygin, P. S. : Changes in activity of enzymes, soluble carbohydrates, and intensity of respiration of rice seeds germinating under water. Plant Physiol. XI. 821—832. 1936.

Mahin & Carr : Quantitative agricultural analysis. 3. 77—86. 1922.

Niederl & Niederl : Organic qnantitative micro analysis. 5. 80—117. 1938.

Warren B. Mark : The relation of temperature and the partial presure of oxygen to respiration and growth in germinating wheat. Plant Physiol. V. 1—68. 1930.

古澤茂三郎　內地種水稻の發芽遲緩に關する研究　臺灣農事報第120號　大正5年

鈴田　巖　內地種及臺灣種間の種籾の發芽に就いて　臺灣農事報第231號　大正15年

井上重陽　種子發芽溫度に關する研究（第一報）　日作紀事第7卷第200—216頁　昭和10年

濱田秀男　稻芽生器官生長に據る品種鑑別的研究（1）　農及園第10卷第2號　第479—484頁　昭和10年

同　上　（2）　農及園　第10卷　第3號　第748—758頁　昭和10年

野口彌吉　稻種子發芽の分解的研究〔豫報〕　農及園第12卷第1號第9—20頁　昭和12年

下村正弘　水稻種子の發芽中に於ける呼吸作用　農及園第16卷第5號第871—872頁　昭和16年

竹井邦彥　稻發芽種子の莖葉部に於ける酸素要求量に就て　農及園第18卷第6號第635—638頁　昭和18年

A Comparative Study on the Respiration of Germinating Rice Between Indica and Japonica Type

by

T. S. Mou, Y. T. Yao, L. V. Lin, & Y. T. Chen

Summary

1. The object of this experiment is to find out the comparative respiration rates in germinating rice, which are tested with 4 different periods of time from soaking at 3 different maintained temperatures 30°, 35°, and 40°C. between the Chinese indigenous varieties (Indica-type) and the Taiwanese "Horai" varieties (Japonica-type).

2. The experiment was conducted at the Taiwan Agricultural Research Instutute in 1948.

3. Under experimental background, the average rate of CO_2 production is gererally greater for the indigenous varieties than for "Horai" varieties. The indigenous varieties gave rates of 14.53-22.21 mg. per hour for 500 seedlings while "Horai" varieties, 11.84-14.56 mg. per hour for 500 seedlings. There is very significant difference between these two types.

4. The temperature influences very much the rate of CO_2 production. The average rates shown for 30°, 35°, or 40°C. are 12.90, 17.12 and 19.11mg. per hour for 500seedlings, respectively. The average rates of the varieties used coincide with the the temperatures. There is no great difference between the two types.

5. The highest rates of the indigenous varieties are shown of 40-64 hr. period from soaking while those of "Horai" varieties, 64-88 hr. period from soaking, just one day later.

6. Within 40 to 64 hr. period from soaking, the rate of CO_2 production is shown generally higher with temperature. The temperature from 30° to 35°C. causes a much higher rate of CO_2 production than from 35° to 40°C. Within 88 to 112 hr. period, the higher the temperature is, the lower the rates will be. The results are same with Indica and Japonica types.

7. It is remarked that the highest rates of CO_2 production during the entire period in both types correspond to the period of highest shoot elongation. Under any temperature tested, the rates of CO_2 production are correlated with the length of seedlings. These correlated coeffecients are very significant as shown by the t-test.